

## (12) NACH DEM VEREIN ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
31. Dezember 2003 (31.12.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/000149 A1**(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **A61B 18/14**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/006393

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Juni 2003 (17.06.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 28 085.1 19. Juni 2002 (19.06.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CELON AG MEDICAL INSTRUMENTS [DE/DE]; Rheinstrasse 8, 14513 Teltow (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DESINGER, Kai [DE/DE]; Rubensstrasse 108, 12157 Berlin (DE). ROG-GAN, André [DE/DE]; Flemmingstrasse 14 A, 12163 Berlin (DE). FAY, Markus [DE/DE]; Mudrastrasse 34, 12249 Berlin (DE). ROTHE, Rainer [DE/DE]; Ebersteinweg 1, 14165 Berlin (DE).

(74) Anwalt: EISENFÜHR, SPEISER &amp; PARTNER; Anna-Louisa-Karsch-Strasse 2, 10178 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

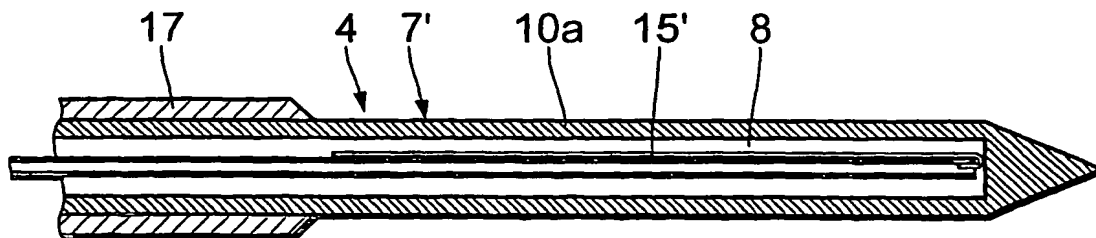
## Erklärung gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRODE NEEDLE

(54) Bezeichnung: ELEKTRODENNADEL



(57) Abstract: The inventive electrode needle comprises a shank (4) and at least one active electrode (7), and is characterized in that the shank (4) has a nuclear spin-active marker element (15) that is spatially assigned to the active electrode (7). The spin-active marker element can contain ferromagnetic material such as iron, cobalt, nickel or steel.

(57) Zusammenfassung: Die erfindungsgemässe Elektrodennadel weist einen Schaft (4) und mindestens eine aktive Elektrode (7) auf und zeichnet sich dadurch aus, dass der Schaft (4) ein der aktiven Elektrode (7) räumlich zugeordnetes kernspinaktives Markerelement (15) umfasst. Das kernspinaktive Markerelement kann ferromagnetisches Material, wie bspw. Eisen, Kobalt, Nickel oder Stahl, enthalten.



*IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG)*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

---

## Elektrodennadel

---

Die Erfindung betrifft eine Elektrodennadel mit einem Schaft und mindestens einer am Schaft ausgebildeten Elektrode.

Eine in der Medizin bekannte Methode zum Behandeln von pathologisch verändertem Körpergewebe ist das elektrochirurgische, insbesondere das  
5 elektrothermische Veröden des betroffenen Gewebes. Von besonderem Interesse ist diese Methode für die Therapie von Organumoren, z. B. Lebertumoren. Zur Verödung werden eine oder mehrere Elektroden im zu verödenden Gewebe, d. h. dem Tumorgewebe, oder in dessen unmittelbarer Nähe platziert und ein Wechselstrom zwischen den Elektroden oder  
10 einer Elektrode und einer außen am Körper fixierten, sogenannten Neutral-  
elektrode, fließen gelassen. Fließt der Strom zwischen der Elektrode und

der Neutralelektrode (ggf. auch zwischen mehreren Elektroden und einer oder mehreren Neutralelektroden), so spricht man von einer monopolaren Elektrodenanordnung. Fließt der Strom dagegen zwischen den im Gewebe befindlichen Elektroden selbst (in diesem Fall müssen mindestens zwei  
5 Elektroden in das Gewebe eingebracht werden), so spricht man von einer bipolaren Anordnung. Die zum Platzieren im Gewebe vorgesehene Elektrode ist in der Regel auf einer Elektrodennadel angeordnet.

Zum Veröden des pathologisch veränderten Gewebes wird mittels Hochfrequenzgenerator ein Stromfluss zwischen den mit dem Körpergewebe in  
10 elektrisch leitendem Kontakt stehenden, sog. aktiven Elektroden und beispielsweise einer Neutralelektrode induziert. Der elektrische Widerstand des Körpergewebes führt dabei dazu, dass der Wechselstrom in Wärme umgewandelt wird. Bei Temperaturen zwischen 50°C und 100°C kommt es zu einer massiven Denaturierung der körpereigenen Proteine und in der  
15 Folge zum Absterben der betroffenen Gewebeareale. Aufgrund der hohen Stromdichte im Bereich der aktiven Elektroden erfolgt die Erwärmung des Gewebes vorwiegend dort, wo die aktiven Elektroden mit dem Körpergewebe in elektrisch leitfähigem Kontakt stehen.

Im Interesse einer wirkungsvollen Behandlung ist es vorteilhaft, den Fortschritt der Behandlung möglichst zeitnah zu überprüfen. Zu diesem Zweck gehen Mediziner dazu über, das Veröden von Tumorgewebe durch Applikation von Hochfrequenzstrom mittels Kernspintomographie zu überwachen. In einer kernspintomographischen Aufnahme sind dabei nicht nur die Unterschiede zwischen gesundem Gewebe und Tumorgewebe zu erkennen,  
25 sondern auch zwischen verödetem und nicht verödetem Gewebe.

Für ein wirkungsvolles Veröden des Tumorgewebes ist aber auch das genaue Platzieren der an einer Elektrodennadel angeordneten aktiven Elektroden im zu verödenden Gewebe oder in dessen Nähe wichtig.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Elektrodennadel zur Verfügung zu stellen, die ein sicheres und genaues Platzieren der aktiven Elektroden im Körper ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Elektrodennadel nach Anspruch 1 gelöst.

5 Die abhängigen Ansprüche enthalten weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfinderischen Elektrodennadel.

Die erfindungsgemäße Elektrodennadel weist einen Schaft und mindestens eine aktive Elektrode auf und zeichnet sich dadurch aus, dass der Schaft ein der aktiven Elektrode räumlich zugeordnetes kernspinaktives Markerelement umfasst. Das kernspinaktive Markerelement setzt sich aus einem  
10 Material zusammen, dessen magnetische Eigenschaften sich sowohl von denen des Schaft- und Elektrodenmaterials als auch von denen des Körpergewebes, das sich im wesentlichen aus Wasser zusammensetzt, unterscheidet. Dies kann erfindungsgemäß dadurch erreicht werden, dass Mate-  
15 rialien mit paramagnetischen (z.B. Bronze, Aluminium, Kupfer, Messing) oder ferromagnetischen Eigenschaften (z.B. Eisen, Nickel, Stahl) oder dessen Legierungen zur Anwendung kommen.

Der Erfindung liegt der folgende Gedanke zu Grunde:

Konventionelle Elektrodennadeln sind als mit dem Körpergewebe in Kon-  
20 takt zu bringende Behandlungsvorrichtungen körperverträglich auszugestalten. Der Schaft besteht daher aus körperverträglichen Materialien, bspw. aus körperverträglichen Kunststoffen oder aus körperverträglichen Metallen, die ggf. mit körperverträglichen Kunststoffen überzogen sind. Die aktiven Elektroden sind aus Metall hergestellt und  
25 werden entweder von einem Teil des Schaftes gebildet oder sind in diesen integriert. Ein wegen seiner guten Körperverträglichkeit einerseits und einer guten kernspinkompatibilität andererseits häufig für die aktiven Elektroden oder für Schäfte verwendetes Metall ist Titan oder dessen Legierungen. Dieser Aufbau gewährleistet durch geeignete Artefakte eine gute

tet durch geeignete Artefakte eine gute Bildgebung und Darstellung der gesamten Elektrodenadel.

Von entscheidender Bedeutung für einen guten Behandlungserfolg ist jedoch die optimale Positionierung des aktiven Bereiches der Elektrodenadel, d.h. dem Bereich, der in elektrisch leitendem Kontakt zum umgebenden Körpergewebe steht und in dessen Umgebung durch die hohe Stromdichte die therapeutische, d.h. koagulative Wirkung einsetzt. Dieser Bereich kann bei Elektrodenadeln nach dem Stand der Technik in der magnetresonanztomographischen Aufnahme nicht vom restlichen Nadelteil differenziert werden, so dass die Position der Nadel relativ zum pathologischen Gewebe (z.B. Tumor) nur schwer zu bestimmen ist.

Sind die aktiven Elektroden der Elektrodenadel dagegen mit einem kernspinaktiven Markerelement markiert, so hinterlässt das kernspinaktive Markerelement in kernspintomographischen Aufnahmen Artefakte, welche die Lage der aktiven Elektroden sichtbar machen. Da sich in der Aufnahme das zu verödennde Gewebe, bspw. ein Tumorgewebe, vom gesunden Gewebe abhebt, ist mit Hilfe der erfindungsgemäßen Elektrodenadel das Überwachen des für die Behandlung vorzunehmenden Platzierens der aktiven Elektroden möglich.

Um nicht nur die Position der aktiven Elektrode der Elektrodenadel in der kernspintomographischen Aufnahme sichtbar zu machen, sondern auch ihre Ausdehnung, erstreckt sich in einer Ausgestaltung der Elektrodenadel das kernspinaktive Markerelement über die gesamte axiale Länge der aktiven Elektrode. Alternativ kann sich das kernspinaktive Markerelement über die gesamte axiale Länge des Schaftes der Elektrodenadel mit Ausnahme der axialen Länge der aktiven Elektrode erstrecken, so dass man in der kernspintomographischen Aufnahme ein Artefakt erhält, in dem der Bereich der aktiven Elektrode ausgespart ist. Man erhält so quasi ein „Negativbild“ der aktiven Elektroden.

In einer Ausführungsform der Elektroden-  
nadel ist das kernspinaktive Markerelement als Draht ausgestaltet. Drahtförmige kernspinaktive Markerelemente sind kostengünstig zu produzieren und leicht zu handhaben. Sie können aus einem einfachen ferromagnetischen Material enthaltenden  
5 Draht bestehen.

Die Elektroden-  
nadel weist in einer Ausgestaltung der Ausführungsform einen Schaft mit einem Lumen auf. Der Draht ist im Inneren des Lumens, das nicht in Kontakt mit dem Körpergewebe steht, angeordnet. In dieser Ausgestaltung ist es nicht nötig, als kernspinaktives Material ein gut kör-  
10 perverträgliches Material auszuwählen, was die Anzahl der zur Verwendung für die erfindungsgemäße Elektroden-  
nadel geeigneten Materialien erhöht. Der Draht kann beispielsweise an der Innenseite des das Lumen umgebenden Mantels des Schaftes befestigt sein. Eine derartig ausgestal-  
tete Elektroden-  
nadel ist einfach und kostengünstig herstellbar.

15 In einer alternativen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Elektroden-  
nadel ist das kernspinaktive Markerelement als Beschichtung vorhanden. Die Be-  
schichtung kann beispielsweise ferromagnetisches Material enthalten. Die Aus-  
führung als Beschichtung ermöglicht es, in einfacher Weise die gesamte Fläche  
der aktiven Elektrode zu markieren. Zudem kann die Beschichtung sehr dünn  
20 gehalten werden, so dass der Platzbedarf des kernspinaktiven Markerelementes  
gering ist. Die Beschichtung ist daher insbesondere für sehr dünne Elektroden-  
nadeln geeignet.

Die Elektroden-  
nadel weist in einer Ausgestaltung dieser Ausführungsform, einen Schaft mit einem ein Lumen umgebenden Mantel auf, wobei die Beschichtung an  
25 der Innenfläche des Mantels angebracht ist. Da die Beschichtung dünn ausge-  
führt werden kann, beansprucht sie keinen Platz, der für andere Komponenten  
der Elektroden-  
nadel, wie bspw. die elektrische Zuleitung zur aktiven Elektrode  
und/oder eine Kühlmittelzuleitung zum Kühlen der aktiven Elektrode, vorgesehen  
ist.

In einer alternativen Ausgestaltung der Ausführungsform umschließt die aktive Elektrode einen axialen Abschnitt des Schaftes. Die Beschichtung ist in dieser Ausgestaltung zwischen dem Schaft und der aktiven Elektrode entweder am Schaft oder an der Elektrode angebracht.

- 5    Statt als Beschichtung oder Draht kann das kernspinaktive Markerelement in einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Elektrodennadel als Hülse ausgestaltet sein. Eine Hülse ist leicht herzustellen und zu handhaben.

10   In einer Ausgestaltung dieser Ausführungsform umschließt die aktive Elektrode einen axialen Abschnitt des Schaftes. Die Hülse ist hierbei zwischen dem Schaft und der aktiven Elektrode angeordnet.

- 15   In einer weiteren Ausführungsform ist das kernspinaktive Markerelement als Drahtspule und insbesondere als Helixfeder ausgestaltet. Eine Drahtspule kann, insbesondere wenn sie als Feder ausgestaltet ist, in einfacher Weise mittels Klemmsitz im Inneren der Nadel befestigt werden. Eine Drahtspule hat aufgrund ihrer Induktivität auch dann kernspinaktive Wirkung, wenn sie kein ferromagnetisches Material enthält.

20   Die Drahtspule kann zudem in einer vorteilhaften Weiterbildung der Ausführungsform auf die Frequenz des Kernspintomographen abgestimmt sein. Das Abstimmen ermöglicht es, die Intensität eines von der Drahtspule in der kernspintomographischen Abbildung hinterlassenen Artefaktes an bestehende Anforderungen anzupassen.

25   Weitere vorteilhafte Eigenschaften, Merkmale und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Elektrodennadel ergeben sich unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele.

Figur 1    zeigt eine Elektrodennadel in perspektivischer Darstellung.



Figur 2 zeigt das distale Ende der in Figur 1 dargestellten Elektrodennadel in einer vergrößerten Darstellung.

Figur 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel in einem Schnitt entlang ihrer Längsachse.

5    Figur 4 zeigt eine alternative Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 5 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel in einem Schnitt entlang der Längsachse.

10    Figur 6 zeigt eine alternative Ausgestaltung des zweiten Ausführungsbeispiels in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 7 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 8 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel in einem Schnitt entlang der Längsachse.

15    Figur 9 zeigt eine alternative Ausgestaltung des vierten Ausführungsbeispiels in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 10 zeigt eine weitere alternative Ausgestaltung in einem Schnitt entlang der Längsachse.

20    In Figur 1 ist in perspektivischer Darstellung eine Elektrodennadel 1 zu sehen. Die Elektrodennadel 1 umfasst einen Schaftabschnitt 3 mit einem Schaft 4, der an seinem distalen Ende zwei aktive Elektroden 7 aufweist. Zudem weist die Elektrodennadel 1 einen Griffabschnitt 5 zum Handhaben der Nadel auf.

Eine vergrößerte Darstellung des distalen Endes des Schaftes 4 mit den beiden aktiven Elektroden 7 ist in Figur 2 dargestellt. Zwar sind in den Figuren 1 und 2 am distalen Ende des Schaftes 4 jeweils zwei aktive Elektroden dargestellt, jedoch kann die Elektrodennadel 1 je nach Anwendungszweck  
5 (monopolare, bipolare oder multipolare Behandlung) eine beliebige Anzahl aktiver Elektroden 7 umfassen. Mindestens ist jedoch eine aktive Elektrode 7 vorhanden.

Als Materialien für den Schaft kommen körperverträgliche Materialien, insbesondere Kunststoffe oder Metalle, in Frage. Der Schaft kann, wenn er  
10 aus Metall hergestellt ist, in Abschnitten, in denen er isolierend sein soll, mit einem elektrisch isolierenden Überzug, beispielsweise einem Lack- oder Kunststoffüberzug, versehen sein. Für die aktiven Elektroden 7 und metallische Schäfte wird üblicherweise aufgrund seiner guten Körperverträglichkeit Titan oder eine Titanlegierung verwendet. Aufgrund ihrer paramagnetischen Eigenschaften sind diese Materialien kernspinkompatibel. Auch andere, paramagnetische und körperverträgliche Metalle kommen grundsätzlich in Frage.  
15

Der Schaft 4 der Elektrodennadel 1 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel hohl ausgebildet, d. h. er umfasst einen Mantel 10, der ein Lumen 8  
20 umschließt. Das Lumen 8 dient dabei üblicherweise zur Aufnahme elektrischer Leitungen zum Anschließen eines nicht dargestellten Hochfrequenzgenerators an die aktiven Elektroden 7 sowie gegebenenfalls von Kühlmittelzuführleitungen zum Kühlen der aktiven Elektroden 7 im Betrieb.

Ein erstes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel  
25 1 ist als Schnitt entlang der Längsachse des Schaftes 4 in Figur 3 dargestellt. Im Schnitt sind der Schaft 4, der Mantel 10 sowie das Lumen 8 der Nadel zu erkennen. An der Außenfläche des Mantels 10 sind die aktiven Elektroden 7 angeordnet, die den Mantel 10 ringförmig umschließen und sich über eine bestimmte axiale Länge des Mantels erstrecken. Die axiale  
30 Länge kann, anders als in Figur 3 dargestellt, für jede aktive Elektrode ver-

schieden sein. Der Mantel 10 ist bei der hier abgebildeten, bipolaren Elektrodennadel aus einem isolierenden Material hergestellt, um die beiden aktiven Elektroden 7 gegeneinander zu isolieren, und weist dort, wo die aktiven Elektroden 7 angeordnet sind, eine gegenüber dem Rest des Schaftes 4 geringere Wandstärke auf, damit die Elektroden 7 bündig mit der Außenfläche des Mantels 10 abschließen.

An der Innenwand des Mantels 10 sind dort, wo sich die aktiven Elektroden 7 befinden, Drahtstücke 9 aus ferromagnetischem Material, beispielsweise Stahldraht, angeordnet. Der Draht 9 kann z.B. an die Innenfläche des Mantels 10 geklebt, gelötet oder punktgeschweißt sein. Sein Durchmesser ist vorteilhafterweise so groß, dass er in einer kernspintomographischen Aufnahme gut zu erkennen ist, aber auch klein genug, damit im Lumen 8 genügend Raum für weitere darin anzuordnende Komponenten der Elektrodennadel 1 verbleibt.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Draht 9 zwischen den beiden Elektroden 7 unterbrochen, so dass beide Elektroden separat markiert sind. Alternativ ist es auch möglich, den gesamten aktiven Bereich der Elektrodennadel 4, der von beiden Elektroden 7 und der zwischen ihnen liegenden Isolation gebildet wird, einheitlich mit einem durchgehenden Stück Draht zu markieren. Diese kostengünstige Alternative bringt kaum Nachteile mit sich, da in der Regel nur der von allen Elektroden gemeinsam gebildete aktive Bereich einer Elektrodennadel interessiert.

Der Draht 9 erstreckt sich jeweils über die gesamte axiale Länge einer aktiven Elektrode 7, so dass sein Bild in einer kernspintomographischen Aufnahme nicht nur die Position, sondern auch die Länge der aktiven Elektrode 7 anzeigt.

Figur 4 zeigt eine alternative Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels. Vom ersten Ausführungsbeispiel unterscheidet sie sich dadurch, dass sich der kernspinaktive Draht 9a über die gesamte Länge des Schaf-

tes 4 mit Ausnahme derjenigen Bereiche, in denen sich die aktiven Elektroden 7 befinden, erstreckt. In einer kernspintomographischen Aufnahme führt dies dazu, dass die Abschnitte, in denen sich die aktiven Elektroden 7 befinden, von Wiedergaben des Drahtes 9a begrenzt werden. In diesem  
5 Sinne stellt das kernspintomographische Bild, welches mittels der in Figur 4 dargestellten Ausgestaltung gewonnen wird, das Negativbild desjenigen Bildes dar, das mit der Ausgestaltung aus Figur 3 gewonnen wird.

Ein zweites Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel ist in Figur 5 dargestellt. Im folgenden wird nur auf die Unterschiede  
10 zum ersten Ausführungsbeispiel eingegangen.

Anders als im ersten Ausführungsbeispiel ist das kernspinaktive Markerelement statt als ferromagnetischer Draht als ferromagnetische Beschichtung 11 auf die Innenfläche des Mantels 10 aufgebracht. Die Beschichtung 11 erstreckt sich jeweils auf der axialen Länge einer aktiven Elektrode 7  
15 über den gesamten Innenumfang des Mantels 10. Alternativ kann sich die Beschichtung auch auf den gesamten aktiven Bereich erstrecken, der von beiden Elektroden und der zwischen ihnen liegenden Isolation gebildet wird.

In einer alternativen Ausgestaltung (siehe Figur 6) ist die gesamte Innenfläche des Mantels 10 bis auf diejenigen Bereiche, in denen sich die aktiven Elektroden 7 befinden, beschichtet. Wie im ersten Ausführungsbeispiel erzeugt diese Ausgestaltung in einer kernspintomographischen Aufnahme  
20 quasi ein Negativbild der aktiven Elektroden 7.

Ein drittes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel 1 ist in Figur 7 dargestellt. In dieser Ausführungsform ist das kernspinaktive Material zwischen der Innenfläche der aktiven Elektroden 7 und der Außenfläche des Mantels 10 angeordnet.  
25

In der dargestellten Ausgestaltung liegt das kernspinaktive Markerelement in Form einer Hülse 13, beispielsweise einer Stahlhülse, vor, welche die Außenfläche des Mantels 10 ringförmig umgibt. Vorteilhafterweise weist die Außenfläche des Mantels 10 dort, wo die aktiven Elektroden 7 anzubringen sind, Ringnuten auf, die zur Aufnahme der Hülse 13 geeignet sind. Um die Hülse herum sind dann die aktiven Elektroden 7 angeordnet. Die Tiefe der Nuten ist vorzugsweise so gewählt, dass die Außenflächen der ringförmigen Elektroden 7 bündig mit der Außenfläche des Mantels 10 abschließen. Auch in den übrigen dargestellten Ausführungsbeispielen ist es vorteilhaft, wenn die Außenflächen der aktiven Elektroden 7 bündig mit der Außenfläche des Mantels 10 abschließen.

Zwar ist im dritten Ausführungsbeispiel das kernspinaktive Markerelement als ferromagnetische Hülse ausgestaltet, jedoch können als Alternative auch die aktiven Elektroden 7 als Hülsen ausgestaltet sein, deren innere Umfangsfläche mit einem ferromagnetischen Material beschichtet ist. In einer weiteren Alternative können die aktiven Elektroden 7 ebenfalls als Hülsen ausgestaltet sein, wobei die Beschichtung jedoch an den Bodenflächen der Ringnuten vorhanden ist.

Ein viertes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel 1 ist in Figur 8 dargestellt. Die Elektrodennadel dieses Ausführungsbeispiels umfasst einen metallischen Schaft 4, bspw. aus Titan, mit einem Lumen 8 und einem das Lumen 8 umgebenden Mantel 10a. Sie umfasst außerdem eine die Außenfläche des Schaftes 4 umschließende isolierende Hülle 17. Das distale Ende des Schaftes 4 ragt aus der isolierenden Hülle 17 heraus und bildet die einzige aktive Elektrode 7' der dargestellten Elektrodennadel 1.

Im inneren des Lumens 8 ist eine Drahtspule 15 angeordnet, die sich vom distalen Ende des Schaftes bis zum Beginn der isolierenden Hülle 17 erstreckt. Sie kann z.B. durch Verlöten, Verschweißen, Verkleben oder Verklemmen an der Innenseite des Schaftes 4 befestigt sein.

Eine alternative Ausgestaltung dieses Ausführungsbeispiels ist in Figur 9 gezeigt. Im Lumen 8 des Schaftes 4 ist eine Zuleitung 19 zum Zuführen eines Kühlmittels angeordnet. Die Drahtspule 15 aus einem kernspinaktiven Material ist vom distalen Ende der Zuleitung 19, wo sie in die Öffnung der Zuleitung eingehängt ist, bis zum Beginn der isolierenden Hülle 17 um die Zuleitung gewickelt. Der in die Öffnung der Zuleitung 19 eingehängte Abschnitt der Drahtspule 15 ist so lang, dass er selbst dann, wenn die Drahtspule 15 verrutscht und an das distale Ende des Lumens 8 anstößt, noch teilweise in die Öffnung der Zuleitung 19 hineinragt und so ein völliges Lösen der Spule 15 von der Zuleitung 19 verhindert.

Die Drahtspule 15 kann in beiden Ausgestaltungen, als Feder ausgestaltet, auch mit Klemmsitz im Lumen 8 oder um die Zuleitung 19 herum befestigt sein.

Statt einer Drahtspule kann alternativ auch ein gerades Stück Draht aus ferromagnetischem Material in die Zuleitung eingehängt sein. Diese Variante ist in Figur 10 abgebildet.

Patentansprüche

1. Elektrodennadel mit einem Schaft (4) und mindestens einer am Schaft (4) ausgebildeten aktiven Elektrode (7), dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (4) ein der aktiven Elektrode (7) räumlich zugeordnetes kernspinaktives Markerelement (9; 9a; 11; 11a; 13, 15) umfasst.
2. Elektrodennadel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich das kernspinaktive Markerelement (9; 11; 13, 15) über die gesamte axiale Länge der aktiven Elektrode (7) erstreckt.
3. Elektrodennadel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich das kernspinaktive Markerelement (9; 11; 13, 15) über die gesamte axiale Länge mehrerer aktiver Elektroden (7) und der zwischen ihnen liegenden Zwischenräume erstreckt.
4. Elektrodennadel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich das kernspinaktive Markerelement (9a; 11a) über die gesamte axiale Länge des Schaftes (4) mit Ausnahme axialen Länge der aktiven Elektrode (7) erstreckt.
5. Elektrodennadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement als Draht (9; 9a, 15) ausgestaltet ist.
6. Elektrodennadel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (4) ein Lumen (8) aufweist und der Draht (9; 9a, 15) im Lumen (8) des Schaftes (4) angeordnet ist.
7. Elektrodennadel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (4) einen das Lumen (8) umgebenden Mantel (10) mit ei-

ner Innenseite aufweist und der Draht (9; 9a, 15) an der Innenseite des Mantels (10) angeordnet ist.

8. Elektrodennadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement (11; 11a) als Beschichtung ausgestaltet ist, die vorzugsweise ferromagnetisches Material enthält.

9. Elektrodennadel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (4) einen ein Lumen (8) umgebenden Mantel (10) mit einer Innenseite aufweist, auf welche die Beschichtung (11; 11a) aufgebracht ist.

10. Elektrodennadel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, die aktive Elektrode (7) einen axialen Abschnitt des Schaftes (4) umschließt, wobei die Beschichtung zwischen dem Schaft (4) und der aktiven Elektrode (7) angeordnet ist.

11. Elektrodennadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement als Hülse (13) ausgestaltet ist.

12. Elektrodennadel nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die aktive Elektrode (7) einen axialen Abschnitt des Schaftes (4) umschließt, wobei die Hülse (13) zwischen dem Schaft (4) und der aktiven Elektrode (7) angeordnet ist.

13. Elektrodennadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement als Drahtspule (15) ausgestaltet ist.



14. Elektrodenadel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtspule (15) auf eine Frequenz eines Kernspintomographen abgestimmt ist.

15. Elektrodenadel nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtspule (15) eine Spiralfeder ist.

16. Elektrodenadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement als gerader, kernspinaktiver, vorzugsweise ferromagnetisches Material enthaltender Draht (15') ausgestaltet ist.

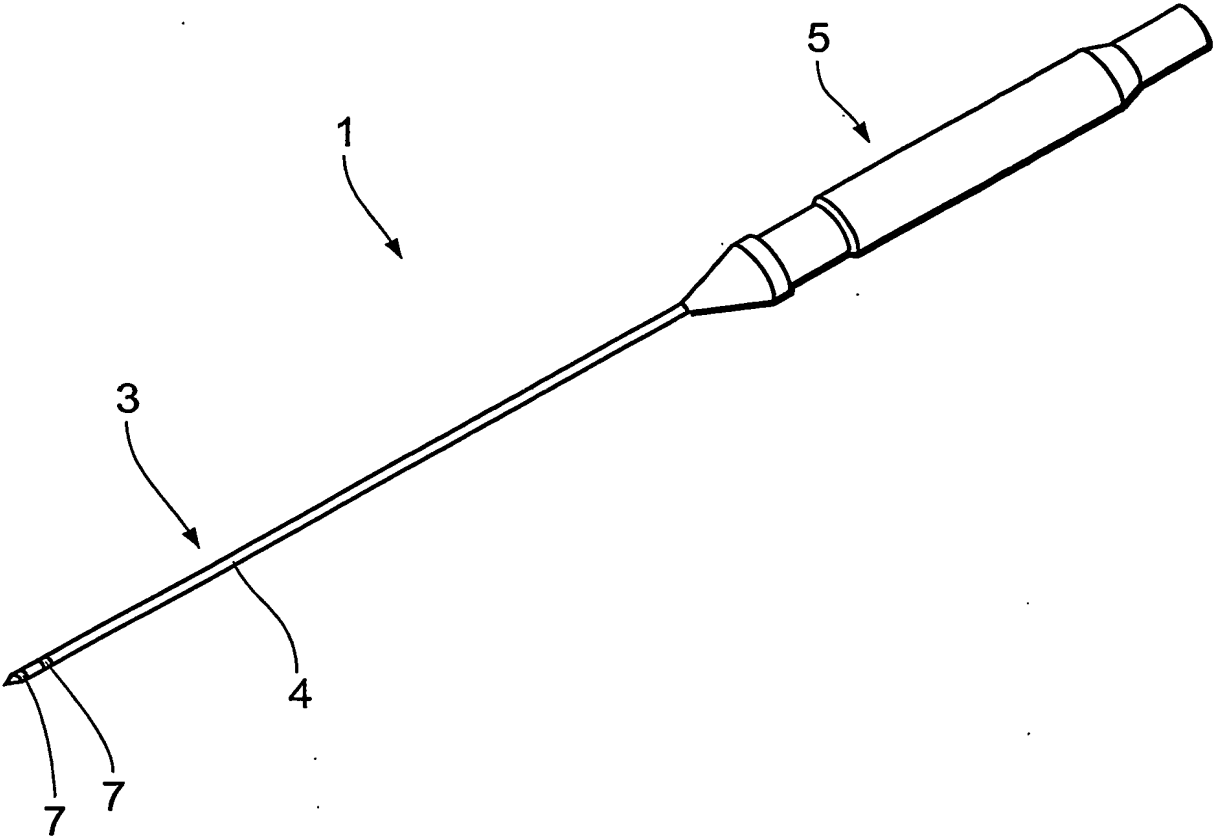


Fig. 1

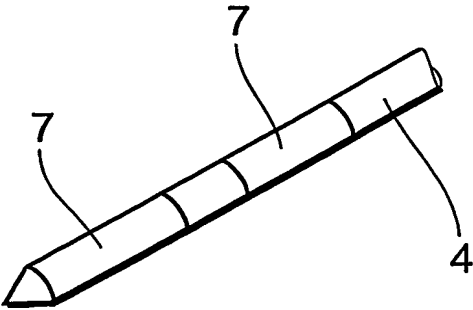


Fig. 2

2/4

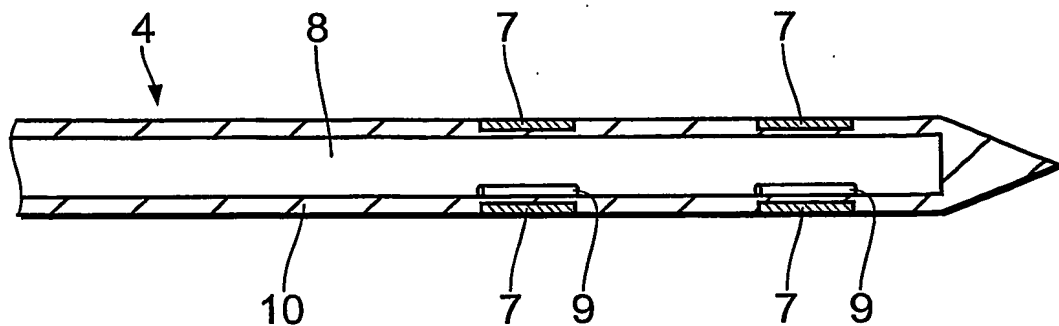


Fig. 3

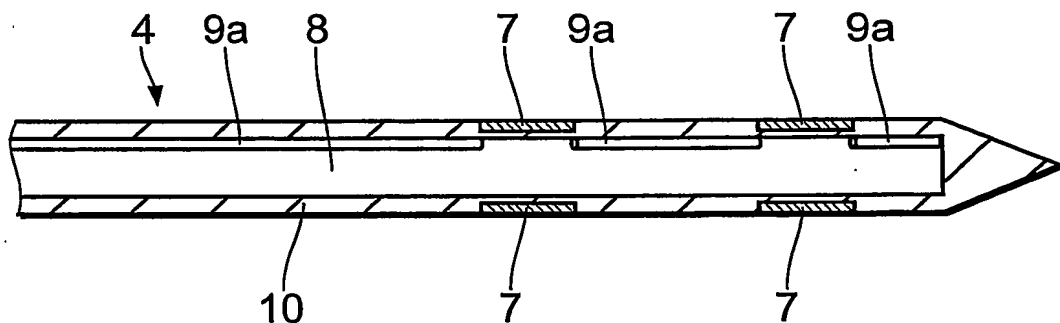


Fig. 4

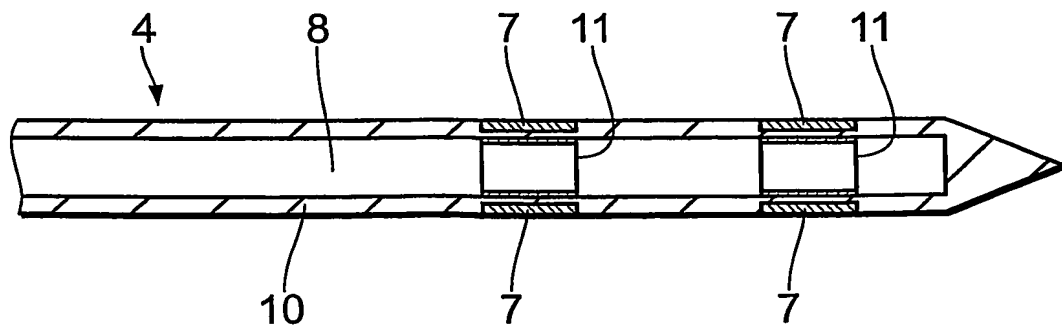


Fig. 5

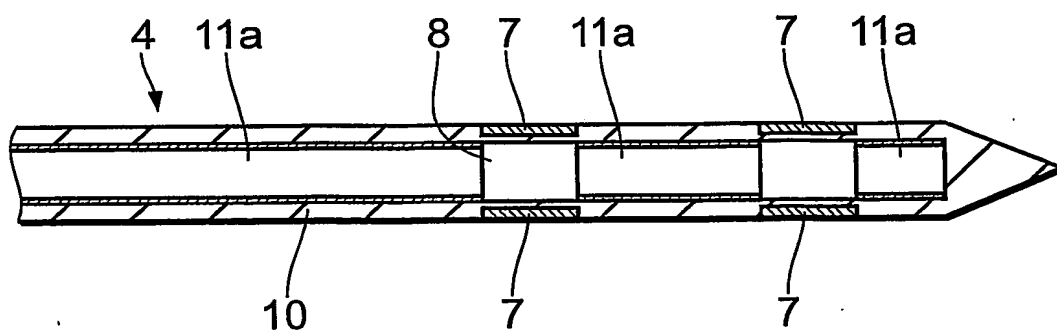


Fig. 6

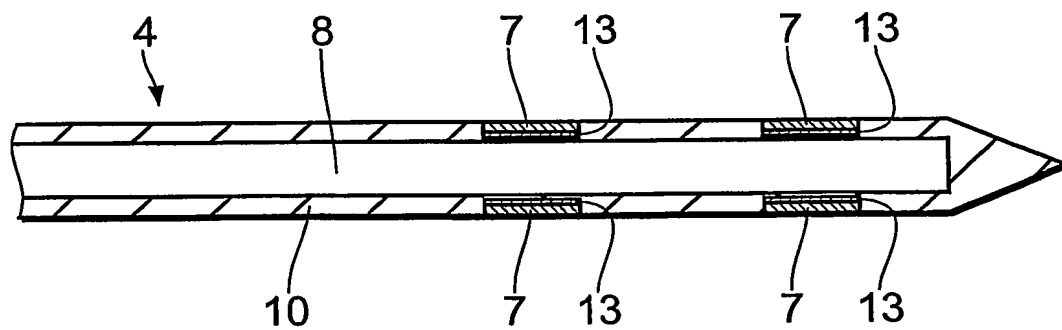


Fig. 7

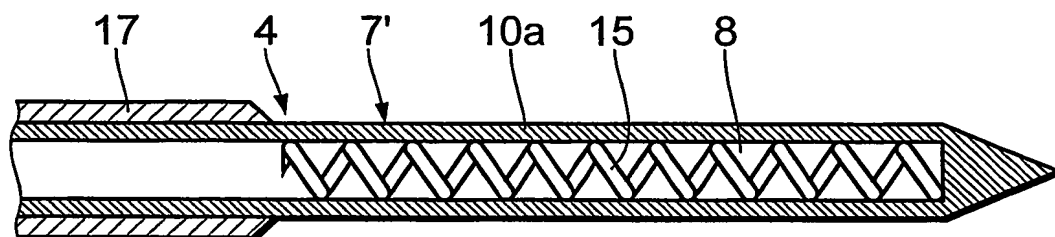


Fig. 8

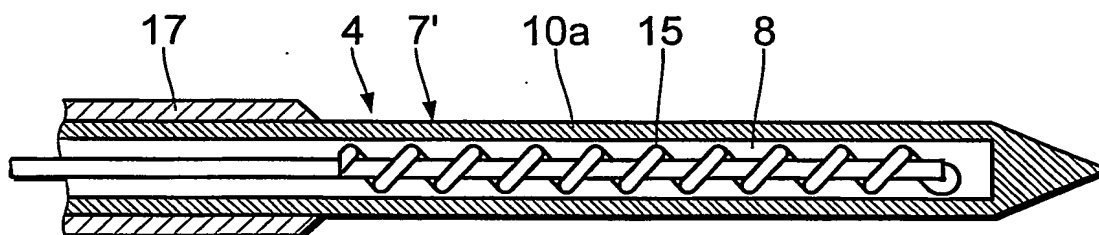


Fig. 9

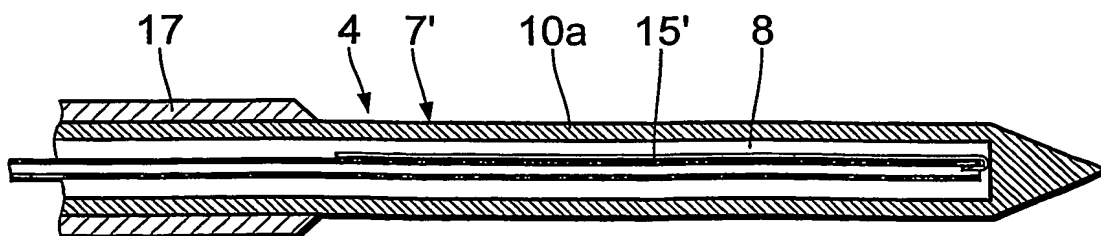


Fig. 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/03/06393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 A61B18/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 241 725 B1 (COSMAN ERIC R) 5 June 2001 (2001-06-05) column 4, line 55 -column 5, line 12 column 7, line 63 -column 8, line 6 figure 7	1,2
Y		3-8,11, 13-16
Y	US 2001/039416 A1 (MOORMAN JACK W ET AL) 8 November 2001 (2001-11-08) paragraphs '0067!-'0070!, '0074!	3,4,8,11
Y	WO 97 13463 A (TRANSVASCULAR INC) 17 April 1997 (1997-04-17) page 51, line 9 -page 52, line 33 -/--	5-7, 13-16

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*8\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 September 2003

Date of mailing of the international search report

16/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lohmann, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/03/06393

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99 55244 A (RITTMAN WILLIAM J III ;COSMAN ERIC R (US); GOLDBERG NAHUM S (US)) 4 November 1999 (1999-11-04) page 5, line 23 -page 6, line 26 page 8, line 19 -page 9, line 17 -----	1,2, 13-15
X	EP 1 059 067 A (SHERWOOD SERV AG) 13 December 2000 (2000-12-13) paragraphs '0028!-'0033! -----	1,2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/JP03/06393

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6241725	B1	05-06-2001	US 2002111615 A1	15-08-2002
US 2001039416	A1	08-11-2001	US 6355033 B1	12-03-2002
			US 6306132 B1	23-10-2001
			US 2002058932 A1	16-05-2002
WO 9713463	A	17-04-1997	AU 726713 B2	16-11-2000
			AU 7431696 A	30-04-1997
			AU 729466 B2	01-02-2001
			AU 7595396 A	30-04-1997
			CA 2234361 A1	17-04-1997
			CA 2234389 A1	17-04-1997
			EP 1166721 A2	02-01-2002
			EP 1317908 A2	11-06-2003
			EP 0954248 A1	10-11-1999
			EP 0955933 A1	17-11-1999
			EP 0910298 A1	28-04-1999
			JP 11513577 T	24-11-1999
			JP 11514269 T	07-12-1999
			WO 9713471 A1	17-04-1997
			WO 9713463 A1	17-04-1997
			US 6068638 A	30-05-2000
			US 6159225 A	12-12-2000
			US 6283983 B1	04-09-2001
			US 6231587 B1	15-05-2001
			US 6375615 B1	23-04-2002
			US 6190353 B1	20-02-2001
			AU 733341 B2	10-05-2001
			AU 1847197 A	22-08-1997
			AU 733332 B2	10-05-2001
			AU 1847297 A	22-08-1997
			AU 723785 B2	07-09-2000
			AU 1847397 A	22-08-1997
			CA 2244066 A1	07-08-1997
			CA 2244079 A1	07-08-1997
			CA 2244080 A1	07-08-1997
			CN 1218414 A	02-06-1999
			CN 1216929 A	19-05-1999
			CN 1216930 A	19-05-1999
			EP 0879068 A1	25-11-1998
			EP 0932426 A1	04-08-1999
			JP 2001508318 T	26-06-2001
			JP 2000504594 T	18-04-2000
			JP 2000505316 T	09-05-2000
			WO 9727897 A1	07-08-1997
			WO 9727893 A1	07-08-1997
			WO 9727898 A1	07-08-1997
			US 6579311 B1	17-06-2003
WO 9955244	A	04-11-1999	AU 3670299 A	16-11-1999
			CA 2330468 A1	04-11-1999
			EP 1076523 A1	21-02-2001
			JP 2002533138 T	08-10-2002
			WO 9955244 A1	04-11-1999
EP 1059067	A	13-12-2000	CA 2310822 A1	11-12-2000
			EP 1059067 A1	13-12-2000
			US 2003040743 A1	27-02-2003



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/03/06393

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1059067	A	US 6478793 B1	12-11-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/03/06393

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 A61B18/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 241 725 B1 (COSMAN ERIC R) 5. Juni 2001 (2001-06-05) Spalte 4, Zeile 55 - Spalte 5, Zeile 12 Spalte 7, Zeile 63 - Spalte 8, Zeile 6 Abbildung 7	1,2
Y	---	3-8,11, 13-16
Y	US 2001/039416 A1 (MOORMAN JACK W ET AL) 8. November 2001 (2001-11-08) Absätze '0067!-'0070!', '0074!	3,4,8,11
Y	WO 97 13463 A (TRANSVASCULAR INC) 17. April 1997 (1997-04-17) Seite 51, Zeile 9 - Seite 52, Zeile 33 --- -/-	5-7, 13-16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*A\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. September 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/09/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lohmann, S

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99 55244 A (RITTMAN WILLIAM J III ;COSMAN ERIC R (US); GOLDBERG NAHUM S (US)) 4. November 1999 (1999-11-04) Seite 5, Zeile 23 -Seite 6, Zeile 26 Seite 8, Zeile 19 -Seite 9, Zeile 17 -----	1,2, 13-15
X	EP 1 059 067 A (SHERWOOD SERV AG) 13. Dezember 2000 (2000-12-13) Absätze '0028!-'0033! -----	1,2

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/03/06393

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6241725 B1	05-06-2001	US 2002111615 A1	15-08-2002
US 2001039416 A1	08-11-2001	US 6355033 B1	12-03-2002
		US 6306132 B1	23-10-2001
		US 2002058932 A1	16-05-2002
WO 9713463 A	17-04-1997	AU 726713 B2	16-11-2000
		AU 7431696 A	30-04-1997
		AU 729466 B2	01-02-2001
		AU 7595396 A	30-04-1997
		CA 2234361 A1	17-04-1997
		CA 2234389 A1	17-04-1997
		EP 1166721 A2	02-01-2002
		EP 1317908 A2	11-06-2003
		EP 0954248 A1	10-11-1999
		EP 0955933 A1	17-11-1999
		EP 0910298 A1	28-04-1999
		JP 11513577 T	24-11-1999
		JP 11514269 T	07-12-1999
		WO 9713471 A1	17-04-1997
		WO 9713463 A1	17-04-1997
		US 6068638 A	30-05-2000
		US 6159225 A	12-12-2000
		US 6283983 B1	04-09-2001
		US 6231587 B1	15-05-2001
		US 6375615 B1	23-04-2002
		US 6190353 B1	20-02-2001
		AU 733341 B2	10-05-2001
		AU 1847197 A	22-08-1997
		AU 733332 B2	10-05-2001
		AU 1847297 A	22-08-1997
		AU 723785 B2	07-09-2000
		AU 1847397 A	22-08-1997
		CA 2244066 A1	07-08-1997
		CA 2244079 A1	07-08-1997
		CA 2244080 A1	07-08-1997
		CN 1218414 A	02-06-1999
		CN 1216929 A	19-05-1999
		CN 1216930 A	19-05-1999
		EP 0879068 A1	25-11-1998
		EP 0932426 A1	04-08-1999
		JP 2001508318 T	26-06-2001
		JP 2000504594 T	18-04-2000
		JP 2000505316 T	09-05-2000
		WO 9727897 A1	07-08-1997
		WO 9727893 A1	07-08-1997
		WO 9727898 A1	07-08-1997
		US 6579311 B1	17-06-2003
WO 9955244 A	04-11-1999	AU 3670299 A	16-11-1999
		CA 2330468 A1	04-11-1999
		EP 1076523 A1	21-02-2001
		JP 2002533138 T	08-10-2002
		WO 9955244 A1	04-11-1999
EP 1059067 A	13-12-2000	CA 2310822 A1	11-12-2000
		EP 1059067 A1	13-12-2000
		US 2003040743 A1	27-02-2003

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/03/06393

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1059067      A		US      6478793 B1	12-11-2002